

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-058040

(43)Date of publication of application : 02.03.1999

(51)Int.Cl.

B23K 20/12
// B23K103:18

(21)Application number : 09-222609

(71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(22)Date of filing : 19.08.1997

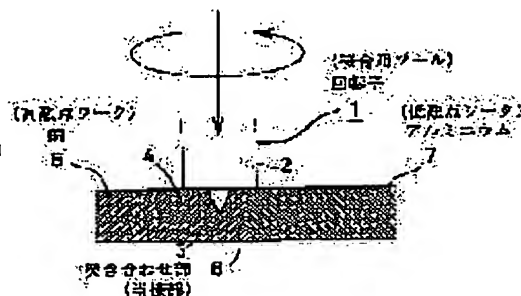
(72)Inventor : ENOMOTO MASATOSHI
TAZAKI SEIJI
NISHIKAWA NAOKI
HASHIMOTO TAKENORI

(54) FRICTION-STIRRING-JOINING METHOD FOR DIFFERENT KIND OF METAL-MADE WORKS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To soften a high m.p. work over a wide range, to efficiently stir with action of a tool and to join both works in a good quality by executing friction-stirring-joining of both works while forming the temp. peak at the high m.p. work side from the abutting part position on both works having different kinds of metals.

SOLUTION: The high m.p. work 6 of copper-made, etc., and the low m.p. work 7 of aluminum-made, etc., are made into butting state and the friction-stirring-joining is executed while shifting a rotary I of a tool for joining to the high m.p. work 6 side from the butting part position on both works 6, 7. The temp. peak during joining is formed at position at the high m.p. work 6 side from the butting part position on both works 6, 7. The temp. at the butting part 8 on the works 6, 7 is desirable to be about recrystallized temp. of the low m.p. work 7. The peak temp. is desirable to be the recrystallize temp. of the low m.p. work 6 or more to lower than the m.p. thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3081817

[Date of registration]

23.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-58040

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月2日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

B 2 3 K 20/12

B 2 3 K 20/12

G

// B 2 3 K 103: 18

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-222609

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月19日

(71) 出願人 000186843

昭和アルミニウム株式会社

大阪府堺市海山町6丁224番地

(72) 発明者 榎本 正敏

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 田崎 清司

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 西川 直毅

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 清水 久義 (外2名)

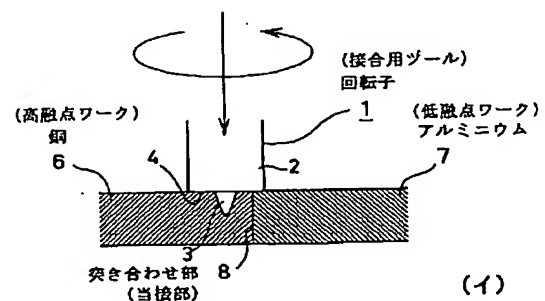
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法

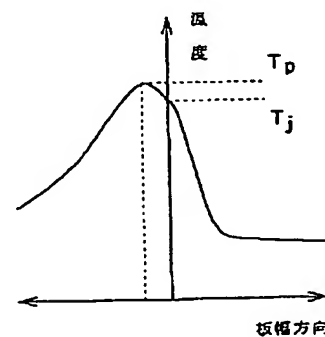
(57) 【要約】

【課題】 融点が互いに異なる金属製ワーク同士の品質良好にしっかりと接合することができる摩擦撹拌接合方法を提供すること。

【解決手段】 両ワークの突き合わせ部位置よりも高融点ワーク側に温度のピークを形成しながら両ワークを摩擦撹拌接合していく。両ワークの突き合わせ部の温度は、低融点ワークの再結晶温度程度にコントロールするのがよい。このような温度ピークの形成は、接合用ツールである回転子を両ワークの突き合わせ部位置よりも高融点ワーク側にかたよらせて作用せしめること、別途ワークを加熱、冷却することなどにより行い得る。



(イ)



(ロ)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 融点を互いに異にする金属製ワーク同士を摩擦撹拌接合する異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法であって、

両ワークの当接部位置よりも高融点ワーク側に温度のピークを形成しながら両ワークを摩擦撹拌接合していくことを特徴とする異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法。

【請求項 2】 両ワークの当接部の温度を、低融点ワークの再結晶温度以上であって、低融点ワークの熔融温度未満の温度にコントロールしながら両ワークを摩擦撹拌接合していく請求項 1 に記載の異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法。

【請求項 3】 融点を互いに異にする金属製ワークを突き合わせ状態にして、両ワークを摩擦撹拌接合する方法であって、

前記温度ピークの形成を、接合用ツールを両ワークの突き合わせ部位置よりも高融点ワーク側にかたよらせて作用せしめることによって行う請求項 1 又は 2 に記載の異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法。

【請求項 4】 融点を互いに異にする金属製ワークを重ね合わせ状態にして、両ワークを摩擦撹拌接合する方法であって、

前記温度ピークの形成を、高融点ワークを挟んで低融点ワークとは反対の側から接合用ツールを作用せしめることによって行う請求項 1 又は 2 に記載の異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法。

【請求項 5】 前記温度ピークの形成を、ワークを加熱及び／又は冷却することにより行う請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、輸送機器、重・弱電機分野などの各種分野において用いられる異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】異種金属製ワーク同士の溶接では、金属間化合物の生成の問題や、物性の相違によって均一な接合部が得難いなどの問題がある。そのため、従来、いずれか一方の材料に表面処理などの前処理を施して接合を行っていた。また、インサート材を用いた接合法が採られることもあった。

【0003】しかし、表面処理を施して接合する方法では、工程が増し、コスト的に問題がある。また、インサート材を用いた接合法では、適正なインサート材を選定するのに時間を要する。

【0004】ところで、近時、摩擦撹拌接合法と呼ばれる接合法が実用化されつつある。この摩擦撹拌接合法は、ワーク同士を固相接合させるもので、図 6 (イ)

(ロ) に示されるような回転子 (1) をツールとして用いる。この回転子 (1) は、円柱状回転子本体 (2) の先端軸芯部に、この円柱状回転子本体 (2) よりも径小さなピン状の摩擦撹拌用プローブ (3) を同軸一体に突設させたもので、硬質で耐熱性に優れた、鋼などの材料にて製作されている。なお、図示は省略したが、プローブ (3) の表面には、撹拌用の凹凸が形成されている。

【0005】接合は、この回転子 (1) を自軸回りで回転させながら、そのプローブ (3) の先端を、ワーク (51) (52) の突き合わせ境界部 (53) に押付け状態に当接させ、その摩擦熱で当接部分を軟化可塑化させる。そして、回転子 (1) を更にワーク (51) (52) に押し付けて、プローブ (3) をワーク (51)

(52) の肉厚方向に挿入させていき、円柱状回転子本体 (2) の先端のショルダー部 (4) をワーク (51) (52) に押付け状態に当接させる。しかる後、その状態を維持しながら、回転子 (1) をワーク (51) (52) の突き合わせ境界部 (53) に沿って移動させていく。回転子 (1) の通過する突き合わせ境界部では、周辺材料が、回転子 (1) の回転による摩擦熱で軟化撹拌され、かつ、円柱状回転子本体 (2) のショルダー

(4) にて飛散を規制されながらプローブ (3) の通過溝を埋めるように塑性流動したのち、熱を急速に失って冷却固化される。こうして、突き合わせ部 (53) における材料の軟化、密着変形、撹拌、冷却固化が回転子

(1) の移動に伴って順次繰り返されていき、突き合わせ部 (53) においてワーク (51) (52) 同士が互いに一体化され、順次接合 (58) されていく。

【0006】この摩擦撹拌接合法は、材料を溶融させることなく軟化状態でワーク (51) (52) 同士を接合させるものであり、接合部が溶接の場合のような熱影響による金属学的な影響を受けにくい点で、異種金属製ワーク同士の接合にも威力を発揮し得るものとして大いに期待されるところである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この摩擦撹拌接合法は、融点が互いに異なる金属製ワーク同士を接合する場合に、次のような問題があった。

【0008】即ち、突き合わせ部を高融点側のワークの軟化温度まで温度上昇させて接合を行うと、その温度で低融点側のワークに溶融を生じて固相接合とならず、接合部に熱影響による金属学的な影響が及ぼされる。一方、突き合わせ部を低融点側のワークの軟化温度まで温度上昇させて接合を行うと、高融点側のワークの軟化が不十分となって材料同士の撹拌がよく行われず、しっかりとした接合が得られない。

【0009】本発明は、上記のような問題点に鑑み、融点が互いに異なる金属製ワーク同士を品質良好にしっかりと接合することができる摩擦撹拌接合方法を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は、融点を互いに異にする金属製ワーク同士を摩擦撹拌接合する異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法であって、両ワークの当接部位置よりも高融点ワーク側に温度のピークを形成しながら両ワークを摩擦撹拌接合していくことを特徴とする異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法によって解決される。

【0011】即ち、摩擦撹拌接合は、両ワークの当接部に熔融を生じさせないで固相にて接合させるものであるという前提のなかで、両ワークの当接部位置よりも高融点ワーク側に温度のピークを形成しながら両ワークを摩擦撹拌接合していくことにより、高融点ワークが程度高くしかも広い範囲にわたって軟化され、両ワークの材料が接合用ツールの作用でよく撹拌される。従って、融点が互いに異なる金属製ワーク同士が品質良好に、しかもしっかりと接合される。

【0012】この場合、両ワークの当接部の温度を、低融点ワークの再結晶温度以上であって、低融点ワークの熔融温度未満の温度にコントロールしながら両ワークを摩擦撹拌接合していくことにより理想的な固相接合部が得られる。

【0013】また、融点を互いに異にする金属製ワークを突き合わせ状態にして両ワークを摩擦撹拌接合場合には、接合用ツールを両ワークの突き合わせ部位置よりも高融点ワーク側にかたよらせて作用せしめるようにすることによって、上記のような温度ピークの形成を容易に実現することができる。また、高融点ワーク側の多くの材料をよく撹拌しえて、しっかりとした接合部を得ることができる。また、融点を互いに異にする金属製ワークを重ね合わせ状態にして両ワークを摩擦撹拌接合する場合には、高融点ワークを挟んで低融点ワークとは反対の側から接合用ツールを作用せしめることによって、上記のような温度ピークの形成を容易に実現することができる。

【0014】その他、ワークを別途に加熱及び／又は冷却することによっても、上記のような温度ピークの形成を実現し得る。特にワークの熱伝導率に起因して、接合用ツールの作用のさせ方のみでは上記のような温度ピークの形成が困難なような場合などにおいては、本方法は極めて有効的方法である。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0016】第1実施形態では、銅製のワークとアルミニウム製のワークとを突き合わせ状態にして摩擦撹拌接合する。融点は、銅が1083℃、アルミニウムが660℃である。また、熱伝導率は、銅製ワークがアルミニウム製ワークよりも高い。

【0017】図1（イ）に示されるように、銅製のワー

ク（6）とアルミニウム製のワーク（7）とを突き合わせ状態にし、接合用ツールである回転子（1）を、両ワーク（6）（7）の突き合わせ部位置よりも高融点ワークである銅製ワーク（6）側にかたよらせて作用せしめて摩擦撹拌接合を行っていく。これによって、図1

（ロ）に示されるように、摩擦撹拌接合中、温度のピークTpが両ワーク（6）（7）の突き合わせ部位置よりも銅製ワーク（6）側に位置して形成される。この摩擦撹拌接合において、回転子（1）の回転速度や、ワーク（6）（7）の突き合わせ部（8）の位置と回転子（1）の回転中心との間隔距離などを選定することによって、両ワーク（6）（7）の突き合わせ部（8）における温度Tjは、低融点ワークであるアルミニウム製ワーク（7）の再結晶温度である400℃程度にするのが好ましい。また、ピーク温度Tpは、高融点ワークである銅製ワーク（6）の再結晶温度以上であって熔融温度未満、より好ましくは、高融点ワークである銅製ワーク（6）の再結晶温度程度にするのがよい。このような摩擦撹拌接合の実施によって、接合中、突き合わせ部（8）においてワーク（6）（7）の材料が熔融することではなく、しかも、高融点の銅製ワーク（6）には広い範囲にわたって軟化領域が形成されて両ワーク（6）

（7）の材料がよく撹拌され、金属学的悪影響のない品質良好なしっかりとした固相接合部が得られる。特に、回転子（1）を両ワーク（6）（7）の突き合わせ部（8）の位置よりも高融点ワーク（6）側にかたよらせて作用せしめることで、高融点ワーク（6）側の多くの材料がよく撹拌され、しっかりとした接合部が得られる。また、熔融温度未満であるから、高融点の銅製ワーク（6）が熔融溶接の場合のような悪い熱影響を受けるということもない。

【0018】図5（イ）に示されるように、銅製のワーク（6）とアルミニウム製のワーク（7）とを突き合わせ状態にし、回転子（1）を、両ワーク（6）（7）の突き合わせ部（8）の位置に一致させて作用せしめ、接合を行って見たところ、突き合わせ部（8）において低融点のアルミニウム製ワーク（7）に熔融を生じて、摩擦撹拌接合による接合、即ち固相状態での接合とはならなかった。この場合の温度プロフィールを図5（ロ）に示す。

【0019】第2実施形態では、鉄製のワークとアルミニウム製のワークとを突き合わせ状態にして摩擦撹拌接合する。融点は、鉄製のワークがアルミニウム製のワークよりも高い。また、熱伝導率は、上記第1実施形態の場合とは異なり、鉄製のワークがアルミニウム製のワークよりも低い。

【0020】この場合、図2（イ）に示されるように、回転子（1）を、両ワーク（7）（9）の突き合わせ部（8）位置よりも高融点ワークである鉄製ワーク（9）側にかたよらせて作用せしめるだけでは、うまく接合さ

れない。即ち、その場合の温度プロフィールは、図 2 (ロ) に示されるように、鉄製ワーク (9) の熱伝導率が低いために、熱が両ワーク (9) (7) の突き合わせ部 (8) に伝わりにくく、そのため突き合わせ部 (8) が摩擦撹拌接合に適した軟化温度状態にならず、両ワーク (7) (9) の材料同士が撹拌されないのである。

【0021】第 2 実施形態は、このような場合の摩擦撹拌接合法であり、ワーク (7) (9) の温度を別途にコントロールするようにしたものである。即ち、融点の異なる金属製ワーク同士を摩擦撹拌接合させるための理想的な温度プロフィールは、一般的に言って、図 3 に示されるように、温度のピーク T_p が両ワーク (7) (9) の突き合わせ部 (8) の位置よりも高融点ワーク (7) 側に位置して形成されること、より好ましくは、両ワーク (7) (9) の突き合わせ部 (8) における温度 T_j が低融点ワーク (7) の再結晶温度以上であって溶融温度未満の温度、好ましくは再結晶温度程度であること、更に好ましくは、ピーク温度 T_p が高融点ワーク (9) の再結晶温度以上であって溶融温度未満の温度、好ましくは再結晶温度程度であることの条件を満たしていることである。接合中にこのような温度プロフィールが形成されるように、例えば、鉄製ワーク (9) やアルミニウム製ワーク (7) を、接合に際してあるいは接合中に、バーナーなどの加熱手段にて加熱したり、エアー等の吹付けなどの冷却手段にて冷却するなどする。これにより、接合中、突き合わせ部 (8) においてワーク (7) (9) の材料が溶融することなく、しかも、高融点の鉄製ワーク (9) には広い範囲にわたって軟化領域が形成されて両ワーク (7) (9) の材料がよく撹拌され、金属学的悪影響のない品質良好なしっかりとした固相接合部が得られる。この場合、回転子 (1) は、両ワーク (7) (9) の突き合わせ部 (8) 位置よりも高融点ワーク (9) 側にかたよらせて作用せしめてもよいし、両ワーク (7) (9) の突き合わせ部 (8) の位置に一致させて作用せしめてもよい。なお、本実施形態におけるような加熱、冷却を上述した第 1 実施形態の場合に適用してもよい。

【0022】第 3 実施形態では、図 4 (イ) に示されるように、低融点の金属製ワーク (11) と高融点の金属製ワーク (12) とを重ね合わせ状態にして摩擦撹拌接合する。この場合、同図に示されるように、高融点ワーク (12) を挟んで低融点ワーク (11) とは反対の側から回転子 (1) を両ワーク (11) (12) の肉に及ぶように作用せしめて接合を行っていく。この接合中の温度プロフィールを図 4 (ロ) に示す。同図に示されるように、回転子 (1) との接触面積の大きい高融点ワーク (12) 側に温度のピーク T_P が形成される。この摩擦接合において、回転子 (1) の回転速度、回転子 (1) のプローブ (3) の形状などを選定することによって、両ワーク (11) (12) の重ね合わせ部 (1

3) における温度 T_j は、低融点ワーク (11) の再結晶温度以上であって溶融温度未満の温度、好ましくは再結晶温度程度にするのがよい。また、ピーク温度 T_p は、高融点ワーク (12) の再結晶温度以上であって溶融温度未満の温度、好ましくは再結晶温度程度にするのがよい。このような摩擦撹拌接合の実施によって、接合中、重ね合わせ部 (13) において両ワーク (11) (12) の材料が溶融することなく、しかも、高融点ワーク (12) には広い範囲にわたって軟化領域が形成されて両ワーク (11) (12) の材料がよく撹拌され、金属学的悪影響のない品質良好なしっかりとした固相接合部が得られる。

【0023】以上に、本発明の実施形態を示したが、本発明はこれらに限られるものではなく、各種変更が可能である。例えば、本発明の接合方法は、突き合わせ継手や重ね継手に限られるものではなく、そのほか T 継手など各種継手形式において広く用いられるものである。また、銅とアルミニウム、鉄のアルミニウムのほか、融点を異にする各種材質のワーク同士の接合に広く用いられるものである。また、加熱手段、冷却手段を別途用いて接合を行う場合には、加熱手段、冷却手段として上記のような手段のほか、各種手段が用いられてよい。また、本発明における態様の温度ピークの形成方法については、上記したもののほか、各種方法が採用されてよい。

【0024】

【発明の効果】上述の次第で、本発明の異種金属製ワーク同士の摩擦撹拌接合方法は、摩擦撹拌接合が両ワークの当接部に溶融を生じさせないで固相にて接合させるものであるという前提のなかで、両ワークの当接部位置よりも高融点ワーク側に温度のピークを形成しながら両ワークを摩擦撹拌接合していくものであるから、高融点ワークが程度高くしかも広い範囲にわたって軟化され、そのため、両ワークの材料が接合用ツールの作用でよく撹拌されて、両ワークを品質良好にしっかりと接合することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態を示すもので、図 (イ) は接合中のワークの断面図、図 (ロ) はその温度プロフィールを示すグラフ図である。

【図 2】上記第 1 実施形態の方法をそのまま第 2 実施形態の適用した場合のもので、図 (イ) は接合中のワークの断面図、図 (ロ) はその温度プロフィールを示すグラフ図である。

【図 3】本発明における理想的な温度プロフィールを示すグラフ図である。

【図 4】第 3 実施形態を示すもので、図 (イ) は接合中のワークの断面図、図 (ロ) はその温度プロフィールを示すグラフ図である。

【図 5】第 1 実施形態に対する比較例を示すもので、図 (イ) は接合中のワークの断面図、図 (ロ) はその温度

プロフィールを示すグラフ図である。

【図6】摩擦搅拌接合法を示すもので、図（イ）は断面図、図（ロ）は平面図である。

【符号の説明】

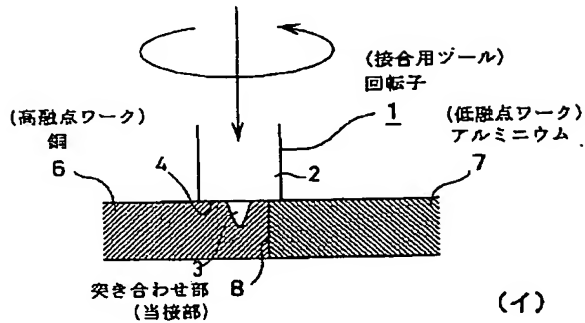
1…回転子（ツール）

6…銅製ワーク（高融点ワーク）

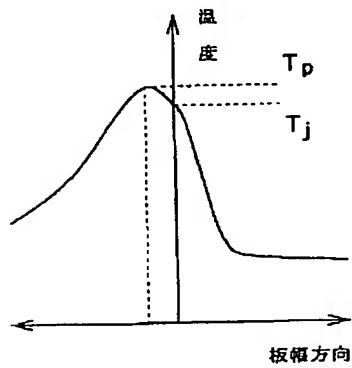
7…アルミニウム製ワーク（低融点ワーク）

8…突き合わせ部（当接部）

【図1】

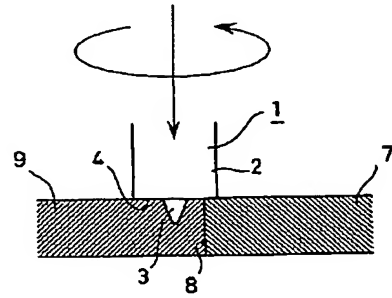


(イ)

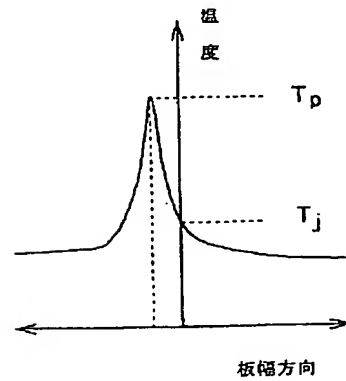


(ロ)

【図2】

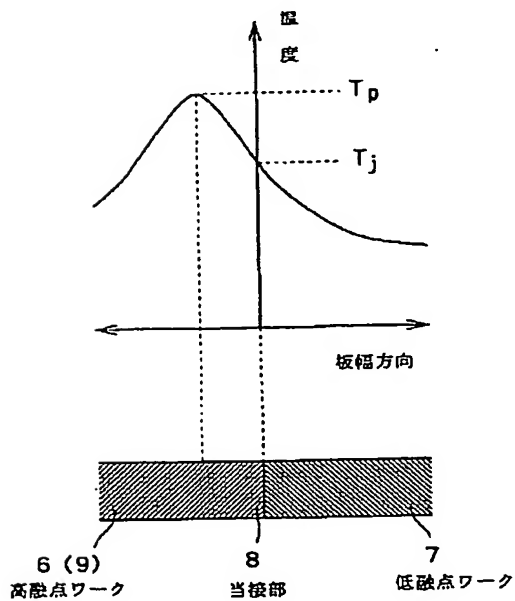


(イ)

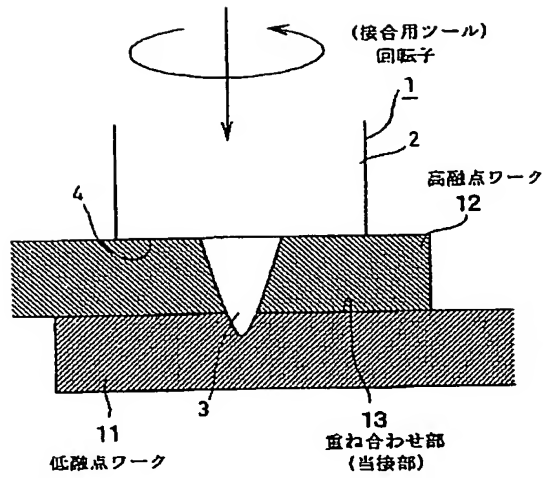


(ロ)

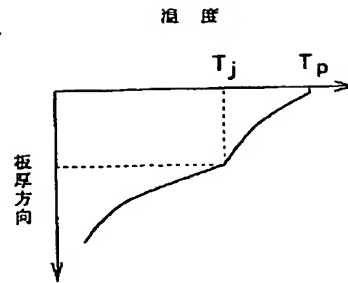
【図3】



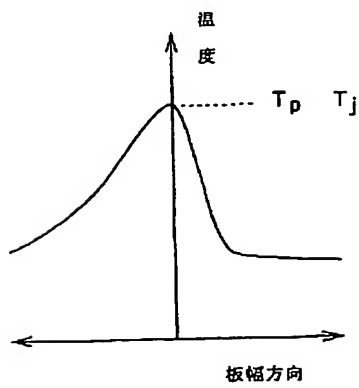
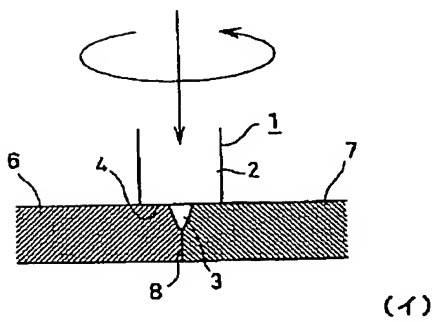
【図4】



(ロ)

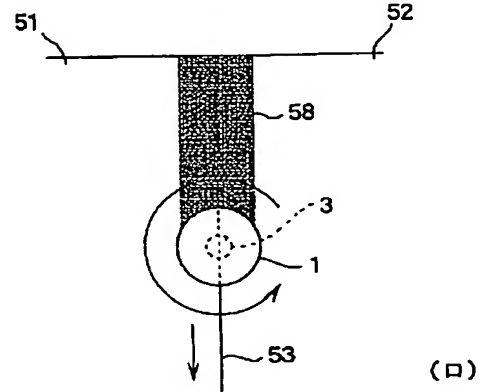
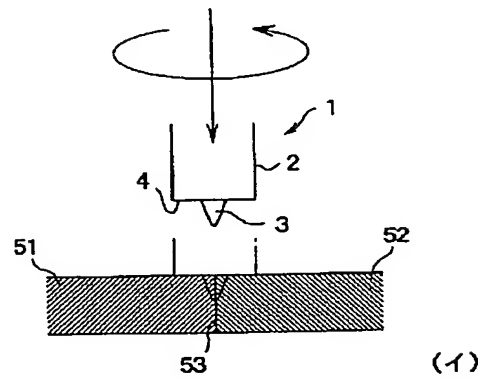


【図5】



(ロ)

【図6】



(ロ)

フロントページの続き

(72)発明者 橋本 武典
堺市海山町 6 丁 224 番地 昭和アルミニウ
ム株式会社内